



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 889 144 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1999 Patentblatt 1999/01

(51) Int. Cl.⁶: **C22C 38/04**, C22C 38/06,
C22C 38/02

(21) Anmeldenummer: 98109813.0

(22) Anmeldetag: 29.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 01.07.1997 DE 19727759

(71) Anmelder:
Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH
D-40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• Frommeyer, Georg, Prof. Dr.-Ing.
40699 Erkrath (DE)
• Grässel, Oliver, Dipl.-Ing.
47798 Krefeld (DE)

(74) Vertreter: Cohausz & Florack
Patentanwälte
Kanzlerstrasse 8a
40472 Düsseldorf (DE)

(54) **Leichtbaustahl und seine Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft einen gut kaltumformbaren, insbesondere gut tiefziehfähigen, ultrahochfesten austenitischen Leichtbaustahl mit einer Zugfestigkeit bis 1100 MPa und mit TRIP- und TWIP-Eigenschaften sowie seine Verwendung für Karosserieblechteile, versteifende Strukturkomponenten und Cryogen-Behälter und Rohrleitungen. Der Stahl hat die chemische Zusammensetzung (in Masse-%): 1 bis 6% Si, 1 bis 8% Al mit $(Al + Si) \leq 12\%$, 10 bis 30% Mn, Rest Eisen, einschließlich üblicher Stahlbegleitelemente.

EP 0 889 144 A1

3

Beschreibung**Patentansprüche**

Die Erfindung betrifft einen Leichtbaustahl und seine Verwendung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gut kaltumformbaren, insbesondere gut tiefziehfähigen, Leichtbaustahl mit einer Zugfestigkeit bis 1100 MPa und mit TRIP- und TWIP-Eigenschaften zu schaffen, der mit preiswerten Elementen legiert und daher kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen austenitischen Stahl gelöst, der gekennzeichnet ist durch folgende chemische Zusammensetzung (in Masse-%):

1 bis 6 % Si
1 bis 8 % Al mit $(Al + Si) \leq 12 \%$,
10 bis 30 % Mn,

Rest Eisen, einschließlich üblicher Stahlbegleitelemente.

Bevorzugt enthält dieser Leichtbaustahl je 2 bis 4 % Si und Al sowie 24 bis 26 % Mn, Rest im wesentlichen Eisen.

Diese Stähle zeichnen sich durch höhere Fließspannungen von 400 MPa aus, die infolge der hohen Verfestigungsrate Zugfestigkeitswerte bis 1100 MPa aufweisen und Gleichmaßdehnungswerte bis 70 % sowie maximale Dehnungen bis 90 % erzielen.

Ein Stahl innerhalb des erfindungsgemäßen Legierungsbereichs mit jeweils 3 % Si und Al und 25 % Mn, Rest Fe, der austenitisches Gefüge und TRIP-(Transformation Induced Plasticity) und TWIP-(Twinning-Induced Plasticity) Eigenschaften hat, erreichte bei Temperaturen unter -150 °C Dehnungswerte bis 65 % bei nahezu konstant gebliebener Energieverzehrrate von 0,5 J.mm⁻³ gegenüber 0,2 J.mm⁻³ bekannter höherfester Tiefziehgüten. Die hohen Werte der Energieabsorption - dissipative Energie - von 0,5 J.mm⁻³ beruhen auf der verformungsinduzierten martensitischen Phasentransformation und der intensiven Zwillingsbildung in der Austenitphase. Diese und die mechanischen Eigenschaften bleiben auch bei extrem hohen Umformgeschwindigkeiten bis 10³ s⁻¹ erhalten. Die ausgezeichnete Plastizität der erfindungsgemäßen TRIP- und TWIP-Stähle bleibt bis zu tiefen Temperaturen erhalten.

Darüberhinaus erreicht der erfindungsgemäße Stahl aufgrund der Legierungselemente Al, Si und Mn eine bis auf 7 g/cm³ abgesenkte Dichte.

Aufgrund des geschilderten Eigenschaftsspektrums eignen sich erfindungsgemäße Stähle als warm- und gegebenenfalls kaltgewalzte Bleche mit Vorteil für crashstabile Karosseriestrukturen von Kraftfahrzeugen, aber auch für die Cryogentechnik als Behälter- und Rohrleitungswerkstoff.

1. Gut kaltumformbarer, insbesondere gut tiefziehfähiger, austenitischer Leichtbaustahl mit einer Zugfestigkeit bis 1100 MPa und mit TRIP- und TWIP-Eigenschaften, gekennzeichnet durch folgende chemische Zusammensetzung (in Masse-%):

1 bis 6 % Si
1 bis 8 % Al mit $(Al + Si) \leq 12 \%$,
10 bis 30 % Mn,

Rest im wesentlichen Eisen, einschließlich üblicher Stahlbegleitelemente.

2. Stahl nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende chemische Zusammensetzung (in Masse-%):

2,0 bis 4,0 % Si,
2,0 bis 4,0 % Al,
24 bis 26 % Mn

Rest im wesentlichen Eisen, einschließlich üblicher Stahlbegleitelemente.

3. Stahl nach Anspruch 2 mit (in Masse-%) je 3 % Al und Si sowie 25 % Mn, Rest im wesentlichen Eisen, einschließlich üblicher Stahlbegleitelemente.

4. Verwendung eines Stahls der chemischen Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff für Karosserieblechteile und versteifende Strukturkomponenten.

5. Verwendung eines Stahls der chemischen Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff für warm- und gegebenenfalls kaltgewalzte Bleche für Cryogen-Behälter oder Rohrleitungen.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 9813

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	R. WANG UND F. BECK: "New stainless steel without nickel or chromium for marine applications" METAL PROGRESS, Bd. 123, Nr. 4, März 1983, Seiten 72-76, XP002081701 * Seite 72-75 *	1-4	C22C38/04 C22C38/06 C22C38/02
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 304 (C-0959), 6. Juli 1992 & JP 04 083852 A (HIGH FREQUENCY HEATTREAT CO LTD;OTHERS: 01), 17. März 1992 * Zusammenfassung *	1,5	
A	US 5 348 701 A (OHDAKE TAKAYUKI ET AL) 20. September 1994		
T	O. GRÄSSEL ET AL.: "Phase transformations and mechanical properties of Fe-Mn-Si-Al TRIP steels" J. PHYS. IV, Bd. 7, Nr. C5, November 1997, Seiten 383-388, XP002081702		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 22. Oktober 1998	
		Prüfer Ashley, G	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 02 (P04C03)